生物肥料在永續農業上之應用及展望

古德業　黃伯恩
行政院農業委員會農糧處

前　言

農業現代化以來，爲提高農業經營利潤及降低生產成本，多採取單一作物栽培，使用大型農機耕作，及普遍施用化學肥料及農藥，此種耕作方式長期下來，導致土壤生態平衡受到影響，甚至農產品品質有衛生安全之虞，以致土壤生產力降低，成爲現代農業生產之隱憂。因此，在美、歐、日等先進國家皆積極倡導與環境生態協調之永續農業生產之理念。所謂永續農業(Sustainable Agriculture)，據1990年美國國會發表之定義爲「集合生物、植物、動物之綜合生產體系，可隨地區而有不同運作情形，長期而言，能提供人類所需食物及纖維，除具經營性外，可以提高自然資源及環境之素質，循環利用不能再生的資源及農產廢棄物，以生物循環來控制病蟲害，農場生產有經濟性利益，及能提高人類生活品質之農業生產方式」。

從上面的說明中，永續農業是要有效利用環境中之資源，在自然界中有極爲豐富之微生物資源，其中有些直接或間接對農業生產有助益，如與植物共生之眞菌細菌等可增加植物營養要素之供應，或提高營養要素之有效性，或增加植物對不良環境之抵抗力，利用此一微生物可減少化學肥料甚至農藥的使用量，減少這些化學製品對環境之影響，是永續農業要達成目標之一。

微生物對農業生產之影響

1. 增加肥料之供應：如空氣中占80%之氣態氮素(N_2)不能被植物吸收利用，經過固氮菌的作用才能被作物吸收利用，如豆科根瘤菌具有此一固氮功能，增加氮肥之來源。
2. 增加土壤中養分之有效性：土壤中所含各植物營養要素並非都能供植物吸收利用，如土壤中磷與鋁、鐵、鈣等結合成不溶性物質，不能供植物吸收，有些細菌分泌有機酸，幫助磷化合物之分解，增進磷之有效性吸收。
3. 分解有機物：大部份有機物都是大分子構成之聚合物(Polymer)，如纖維質、澱粉等多醣類是由單元體的單醣以化學鍵結合而成的鏈狀體，必須由微生物分泌的化醣酵素分解成單元體的單醣，植物體才能利用。其他如蛋白質、脂肪等。但同時微生物亦利用有機物分解時，所產生之能量得以繁衍，形成共存共榮。
4. 土壤改良：由於微生物的繁殖分泌粘液，促進土壤形成團粒構造，且其排出之氣體，形成氣壓疏鬆土壤，改良土壤之耕耘性。
5. 病原菌之拮抗作用：微生物的一些分泌物質對其他生物之生存具有抑制作用，此種拮抗微生物可供土壤或植體中的病原菌減少或甚至於滅絕，可減少病害，降低農藥之使用量。

6. 解毒作用：有機物發酵或嫌氣性細菌產生之有害氣體如硫化氫、氨氣等會造成根部的傷害，在土壤微生物族群中，如光合成菌，可利用硫化氫、二氧化碳及日光、水等轉化爲單醣類或硫酸根與氨，又再化合爲硫酸銨成爲植物可利用的肥料，不但可解除對植物的毒害，且可增加肥料要素的來源。又如亞硝酸菌可將氨氣轉化爲亞硝酸，再由硝酸菌氧化爲硝酸態氮，供植物吸收利用。

7. 聚合形成土壤腐植質：經繁殖後的微生物殘體，本身是高營養價值之有機營養如細胞膜中之蛋白質、脂肪等，另細胞質中含有大量之氨基酸、核酸等都是植物可供用之有機營養份。

目前生物肥料主要研究工作與成果

一、固氮菌及溶磷菌之應用研究：

1. 分離根瘤菌菌株及引進外國菌種，進行田間測試。
2. 篩選出溶磷菌及生產供田間試驗用。
3. 篩選出紅豆、綠豆之根瘤菌供田間試驗用。
4. 探討溶磷菌、固氮菌等複合生物肥料應用於一般作物之效應。
5. 開發微生物接種劑被覆於種子之技術，探討單獨接種，或將溶磷菌與菌根菌接種於育苗介質，以增加育苗成活率，茁壯苗期之生育。
6. 不同金屬離子對固氮菌固氮效率之影響，以供栽培技術改進之參改。
7. 利用微生物以增加作物對逆境如抗旱，抗鹽之抵抗力。

二、內生菌根菌之研究：

1. 開發大量繁殖內生菌根菌之生產技術，並找出不同菌種之宿主，以生產種源供試驗及推廣之用。
2. 柑桔苗木培育過程中接種菌根菌，供柑桔苗菌根化，以提高苗木之成活率。
3. 菌根接種在苦瓜、草莓、花卉、洋蔥等之效益，並在百合組織培養苗之利用
4. 利用種子覆層(Seed Coating)菌根菌接種方法之可行性。

三、堆肥化微生物之篩選與應用：

1. 篩選及純化堆肥化過程中重要微生物如纖維分解菌、固氮溶磷菌、除臭菌及產生抗生素之放線菌等，並將之回接至堆肥中加速堆肥腐熟，提高肥效及兼具生物防治之效力。
2. 針對農產廢棄有機物稻草、穀殼、米糠、太空包等添加微生物製作成堆肥，探討其肥力及對作物之效益。

四、生物肥料利用及推廣成效：

1. 毛(大)豆接種固氮根瘤菌：自民國七十七年起農委會補助計劃在高屏地區推廣，菌種由國立中興大學供應，一般農民毛豆施肥量偏高，據高雄區農業改良場調查，民國七十七年毛豆肥料成本7,884元/公頃，經多年宣導稍有改善，82年施肥成本減爲3,974元/公頃，6年平均施肥成本爲5,533元/公頃，一般推荐量(三要素爲60-60-60公斤/公頃)之施肥成本爲2,784元/公頃，但接種固氮菌氮肥推荐量爲20公斤/公頃，施肥成本更減爲2,004元/公頃，每公頃較農民慣用施肥量節省3,529元/公頃，6年來共推廣約15,000公頃,可節省施肥成本達5,000萬元，另可提高產量及品質，農民增加收益尚未計算在內，且減少氮肥之施用量對維護環境亦有助益。

2. 洋香瓜育苗接種菌根菌之推廣：自民國七十八年起在農委會補助計畫推廣菌根菌在洋香瓜育苗上應用以來，菌種由農試所嘉義分所供應，因菌根菌種源大量繁殖受到限制，每年只有在300～400公頃，目前已由嘉義分所供應原種，並技術移轉大型育苗中心自行繁殖種源，接種後之瓜苗供應農民種植，八十三年度已增至460公頃。且瓜苗可擴大至苦瓜、西瓜等，經嘉義分所調查洋香瓜接種菌根菌之效益如下表：

洋香瓜接種菌根菌之效益(元/0.1ha)

項目 \ 地區		嘉義溪口	台南市
接種區	產值	97,323	66,685
	成本	60,138	34,728
	效益	37,185	31,957
對照區	產值	75,855	50,800
	成本	61,432	35,254
	效益	14,452	15546
增加益		22,233	16,411

資料來源：嘉義分所

另接種菌根菌之洋香瓜進行宿根栽培，成功率達70%，節省成本，且收穫時逢市面值缺貨期，價格看好，0.1公頃之純收益達114,600元。

展　　望

1. 化學肥料之普遍使用不僅污染土地及水源，另製造化學肥料消耗大量能源及不可再生之資源，在可預測之未來，資源能源終將耗盡，爲了後代子孫著想，有必要調整現代化的農耕方法，少用化學肥料及農藥等合成產品，多多利用自然界存在且爲數龐大的微生物，是一多樣化且豐富之資源，有待今後加強開發利用。

2. 目前市售生物肥料產品種類品牌複雜，品質良莠不齊，且價格多昂貴，雖然產品多元化是現代商品之趨勢，且可因作物及土壤狀況來選購，但價格要合理，農民購用生物肥料與實際產生之效益要有合理之利潤，即是使用生物肥料讓農民有錢賺，農民才有購買之意願，產品才能在市場上發展。

3. 現有之肥料管理辦法中，未將生物肥料列入管理範圍，爲確保品質，以保障農民權益，有必要在未來之肥料管理法中將生物肥料列入管理，制定產品品質規格，尤其對有害成分加以限制，防止對環境造成不良影響。

4. 目前許多學術單位研究之生物肥料具有良好之成效，產品也不少，但眞正移轉民間業者量產、大量供應農民使用且價格大眾化之產品尙付缺如，亟需加強將研究成果技術移轉推廣，使研究成果眞正落實於農業生產。

5. 生物肥料並不能完全取代一般肥料產品，不能迷信生物肥料是萬能產品，作物生產上仰賴一般肥料來補充營養元素仍有其必要，因此，合理的施肥是將一般肥料(化學肥料及有機質肥料)配合生物肥料來使用，才能使微生物肥料發揮其功效，並能降低生產成本。另土壤條件不良時，如土壤太酸等，也需先對土壤加以改良後施用生物肥料才能發揮功效。

參考文獻

1. 李遠豐 1994 土壤微生物在永續農業上之應用。豐年 44:24-34。

2. 程永雄、莊明富、杜金池 1993 內生菌根菌*Glomus clarum*應用在洋香瓜生產上之效益評估。中華農業研究 42:74-84。

3. 張喜寧 1992 台灣園藝囊叢枝菌根之研究與展望。科學農業 40:45-52。

4. 楊秋忠、趙震慶 1988 作物土壤微生物肥料的應用手冊。

5. 簡宣裕、吳繼光 1994 微生物肥料之使用及其評估。農藥世界 125:41-45。